

PENELITIAN TERHADAP RUANG KELAS SMA AQUINO MANADO DENGAN
MENGUNAKAN *VELUX DAYLIGHTING VISUALIZER 2**Disusun Oleh :*

Mohammad Imran
STITEK Bina Taruna Gorontalo
Jln. Jaksa Agung Soeprapto
No. 40, 96115
Gorontalo,
Telp: 085398750852
ime_cowok02ars@yahoo.com

ABSTRAK

Dalam proses perencanaan dan perancangan arsitektural suatu bangunan, disyaratkan memperhatikan kondisi iklim setempat yang dapat berpengaruh terhadap kenyamanan, keselamatan dan ketahanan suatu bangunan. Kenyamanan yang dimaksud adalah memberikan kenyamanan baik psikis maupun fisik kepada pengguna dalam melakukan berbagai aktivitasnya. Melihat begitu pentingnya cahaya bagi manusia untuk beraktivitas, maka tidaklah mengherankan jika penerapan cahaya pada bangunan juga memegang peranan penting bagi keberhasilan fungsi dari bangunan tersebut. Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa ruang kelas tidak memenuhi standar pencahayaan yang baik untuk ruang kelas ($200 - 300 \text{ lux}$). Hal itu terlihat dari suasana ruang kelas yang masih gelap. Oleh karena itu perlu dilakukan sebuah rekomendasi dan revisi penerangan alami siang hari menjadi pencahayaan alami di SMA Aquino Manado untuk mengatasi masalah yang ada. Hasil analisa pengukuran di lapangan sangat berpengaruh terhadap faktor-faktor lingkungan (intensitas terang langit, kondisi awan, posisi bangunan, material dan warna cat permukaan, posisi titik ukur, dimensi dan letak bukaan). Sedangkan, untuk penggunaan simulasi software juga berpengaruh terhadap faktor di atas dengan catatan, untuk mendapatkan nilai yang optimal dan efektif maka dilakukan desain “rekayasa” pada variabel –variabel yang ada pada software tersebut.

Kata Kunci : SMA Aquino Manado, VELUX, Kuat Cahaya

Pendahuluan.

Sekolah yang baik seharusnya didesain dengan cermat sehingga dapat meningkatkan efektifitas proses pembelajaran. Selain itu, desain sekolah yang baik dapat membuat setiap warga sekolah, khususnya peserta didik dapat menerima setiap materi yang diajarkan oleh gurunya dengan baik dan nyaman. Perencanaan dan perancangan suatu ruang kelas yang baik merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan kenyamanan dan efektifitas proses pembelajaran yang ada di suatu sekolah.

Dalam proses perencanaan dan perancangan arsitektural suatu bangunan,

disyaratkan memperhatikan kondisi iklim setempat yang dapat berpengaruh terhadap kenyamanan, keselamatan dan ketahanan suatu bangunan. Kenyamanan yang dimaksud adalah memberikan kenyamanan baik psikis maupun fisik kepada pengguna dalam melakukan berbagai aktivitasnya. Melihat begitu pentingnya cahaya bagi manusia untuk beraktivitas, maka tidaklah mengherankan jika penerapan cahaya pada bangunan juga memegang peranan penting bagi keberhasilan fungsi dari bangunan tersebut.

Arsitektur tidak pernah terlepas dengan ruang, manusia sebagai pelaku pengguna ruang mempunyai berbagai

macam karakteristik aktivitas yang terjadi di dalamnya. Manusia membutuhkan cahaya untuk melakukan seluruh aktivitasnya, terlebih lagi aktivitas manusia di dalam ruangan. Suatu ruangan akan berfungsi maksimal apabila memiliki akses pencahayaan yang baik. Ruangan mendapatkan cahaya melalui dua cara, yakni penerangan alami siang hari dan penerangan buatan dari lampu. Cahaya dan terang adalah salah satu syarat bagi penglihatan setiap manusia, dalam topik ini hanya dibahas mengenai pencahayaan alami yakni cahaya matahari dalam hal ini cahaya langit (*sky light*) bukan sinar matahari langsung.

Dengan pencahayaan yang baik, maka benda-benda akan dapat dilihat dengan jelas sehingga segala aktifitas dalam ruangan akan berjalan dengan lancar. Pencahayaan yang tidak tepat dapat merusak atmosfer ruang sehingga menimbulkan perasaan kurang nyaman, selain itu juga menimbulkan tekanan secara psikis terhadap pengguna ruang, gangguan penglihatan, dan gangguan kesehatan lainnya. Oleh sebab itu, maka kekuatan cahaya perlu diatur untuk menghasilkan kesesuaian kebutuhan penglihatan di dalam ruang berdasarkan jenis aktifitasnya agar menghasilkan kenyamanan penglihatan (*visual comfort*) bagi pengguna ruang.

Pada saat ini, masih terdapat beberapa bangunan pendidikan yang memiliki masalah dalam hal pencahayaan alami siang hari (*natural lighting*). salah satunya adalah di SMA Aquino Manado yang akan dijadikan sebagai objek penelitian ini dikarenakan di ruang kelas yang ada belum memiliki kekuatan cahaya yang baik dan efektif sehingga dikhawatirkan akan menimbulkan dampak atau masalah bagi kenyamanan pengguna bangunan dalam hal ini adalah peserta didik.

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan, menunjukkan bahwa ruang kelas tidak memenuhi standar pencahayaan yang baik untuk ruang kelas ($200 - 300 \text{ lux}$). Hal itu terlihat dari suasana ruang kelas yang masih gelap. Oleh karena itu perlu

dilakukan sebuah rekomendasi dan revisi penerangan alami siang hari menjadi pencahayaan alami di SMA Aquino Manado untuk mengatasi masalah yang ada.

2.1. Teori Dasar Pencahayaan

Pencahayaan dan penerangan merupakan dua istilah yang memiliki perbedaan. Pencahayaan lebih menekankan sifat-sifat penyinaran yang harus dipelajari oleh seorang perancang interior. Penerapan pencahayaan yang baik dan efektif tidak bisa dilepaskan dari segi pemanfaatan cahaya alami yang efektif dan cahaya buatan yang efisien. Sedangkan penerangan hanya sekedar ingin membuat ruangan menjadi terang. Karena hanya menginginkan terang saja dan tanpa penerapan yang bijaksana, maka bukaan yang besar dalam ruangan dihindari karena akan menyebabkan panas yang akhirnya mengacu kepada pemborosan energi (cahaya buatan). Sementara di sisi lain, pencahayaan yang tidak optimal dapat membuat kita kesulitan merespon sekitar, sedangkan pencahayaan yang berlebihan akan mengakibatkan silau (*glare*) kepada pengguna ruangan.

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), pencahayaan adalah proses, cara, perbuatan memberi cahaya. Cahaya adalah syarat mutlak bagi manusia untuk melihat dunianya (*Satwiko, 2008: 141*). Kemampuan manusia melihat objek yang ada disebabkan karena adanya pantulan cahaya dari objek tersebut yang diterima oleh mata manusia. Cahaya didefinisikan sebagai bagian dari spektrum elektromagnetik yang sensitif bagi penglihatan mata kita (*Lechner, 2007: 372*). Oleh karena itu, manusia mampu melihat dan merespon benda maupun lingkungan yang ada sangat tergantung dari jenis pencahayaan yang digunakan.

Dalam dunia sains dan teknologi yang berhubungan dengan bidang ilmu arsitektur, sampai sekarang sudah banyak teori ataupun hipotesa tentang cahaya, terutama hipotesa fisika modern

(Sangkertadi, 2006: 239).

Secara umum, istilah-istilah dalam pencahayaan dapat diklasifikasikan menjadi :

1. Cahaya (*light*) dapat diartikan sama dengan suatu peristiwa yang diakibatkan oleh gelombang relatif (lebih dari satu oktaf) dari elektromagnetik yang memiliki panjang antara 380 hingga 700 nm (nanometer, $1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) (Szokolay, 1980: 79).
2. Pencahayaan Alami (*Natural Light*) merupakan cahaya yang bersumber dari alam dan biasa langsung diasosikan dengan cahaya matahari (*day light*) (Satwiko, 2008: 144-145).
3. Pencahayaan Buatan (*Artificial Light*) merupakan bentuk pencahayaan yang bersumber dari alat yang diciptakan oleh manusia, seperti lilin; senter; lampu. Pencahayaan buatan sering diartikan atau diasosikan dengan lampu (Satwiko, 2008: 144-145).
4. Cahaya Langit (*Sky Light*) adalah cahaya bola langit. Cahaya inilah yang dipakai untuk penerangan alami ruangan bukan sinar matahari langsung, karena sinar

matahari langsung akan sangat menyilaukan dan membawa panas (Satwiko, 2008: 144-145).

5. Arus Cahaya (*Luminous Flux*) adalah banyaknya energi cahaya yang dipancarkan ke segala arah oleh sumber cahaya per satuan waktu. Satuan arus cahaya adalah *lumen* (Satwiko, 2008: 144-145).
6. Iluminan (*Illuminance*) merupakan jumlah lumen yang jatuh pada setiap *square foot* (ft^2) sebuah permukaan, dalam satuan *footcandela* atau *lux* (Lechner, 2007: 373).
7. Luminan (*Luminance*) merupakan jumlah cahaya yang direfleksikan oleh permukaan benda dan sampai ke mata. Satuan luminan adalah cd/ft^2 atau cd/m^2 (Lechner, 2007: 374).
8. Pemantulan/Pemancaran, faktor pemantulan (*Reflectance Factor / RF*) menunjukkan seberapa banyak cahaya yang jatuh ke suatu benda dan dipantulkan selalu lebih kecil daripada cahaya sekitar, maka nilai RF selalu lebih kecil dari satu dan tidak pernah bernilai nol (Lechner, 2007: 374).

Tabel 2.1. Simbol dan Satuan dalam Cahaya

Keterangan	Simbol	satuan
Kuat cahaya (Intensitas Cahaya)	I	candela (cd)
Arus Cahaya	\square	Lumen (lm)
Iluminan	E	Lux (lx)
Luminan	L	cd/m^2

Sumber : Satwiko, 2008: 144-145

Pencahayaan yang baik adalah pencahayaan yang memenuhi tiga (3) kebutuhan dasar manusia yaitu kenyamanan visual, performa visual, dan keamanan (*Code for Lighting*, 2002: 28). Setiap aktivitas manusia sangat berpengaruh terhadap pencahayaan yang ada, hal itu

disebabkan karena manusia beraktivitas dengan menggunakan penglihatan yang efektif agar cahaya yang ada mampu merefleksikan objek yang ada di sekitarnya.

Aturan umum dalam perancangan pencahayaan sangat penting diketahui. Aturan berikut ini adalah prinsip umum pencahayaan (Lechner, 2007: 403) :

1. Penentuan program pencahayaan dengan memahami sepenuhnya masalah yang ada pada suatu ruang.
2. Iluminasikan objek yang ingin atau perlu dilihat.
3. Kualitas cahaya terhadap geometri pengamat dan sumber cahaya.
4. Dalam kebanyakan situasi, kombinasi cahaya langsung dan cahaya yang disebar merupakan pencahayaan yang baik.
5. Hindari rasio tingkat terang yang sangat besar yang akan memaksa mata beradaptasi terus-menerus.
6. Menonjolkan objek atau area dengan meningkatkan atau menurunkan tingkat terangnya.
7. Cat/finishing warna pada lapisan terluar material (perabot), dan disarankan agar menggunakan warna putih.
8. Penggunaan cahaya alami secara optimal.
9. Fleksibilitas dan kualitas lebih penting daripada kuantitas cahaya.

2.2. Teori Pencahayaan Alami

Matahari sebagai sumber energi (panas dan cahaya) bagi manusia, selain itu matahari juga bisa memberikan ketidaknyamanan bagi manusia.

Kuat cahaya alami dapat diketahui melalui dua cara, yaitu (Szokolay, 1980: 103):

1. Dengan menggunakan nilai tingkat penerangan (flux, iluminasi), dengan mengukur nilai kuat cahaya ruang luar dan menghitung total lumen yang jatuh pada permukaan dalam ruangan.
2. Dengan menggunakan nilai rata-rata faktor cahaya siang hari (Daylight factor), dengan menghitung perbandingan iluminasi pada titik ukur dalam ruangan terhadap ruang luar. Rasio ini bernilai konstan untuk setiap situasi sesuai dengan kondisi terang langit.

Beberapa permukaan bangunan memiliki faktor pemantulan yang sama untuk semua jangkauan penyinaran cahaya (Szokolay, 1980: 81). Nilai tersebut sangat berpengaruh terhadap warna permukaan material, seperti :

1. putih, $\rho > 0,75$
2. abu-abu, $0,75 > \rho > 0,05$
3. hitam, $\rho < 0,05$

Secara umum, istilah-istilah dalam pencahayaan alami dapat diklasifikasikan menjadi :

1. Faktor Cahaya Siang Hari (*Daylight Factor/DF*) perbandingan antara iluminan di satu titik di dalam ruangan dengan titik di luar ruangan. Harga DF ini tetap, bila cahaya di luar meredup maka cahaya di dalam ruangan pun ikut meredup. Faktor cahaya siang hari dapat ditentukan dengan menggunakan penggambaran dibantu dengan busur surya dengan menggunakan rumus sebagai pendekatannya (Satwiko, 2008: 146).

Faktor cahaya siang hari dapat dipengaruhi oleh :

- Cahaya langsung dari matahari pada bidang kerja (*SC = Sky Component*)
 - Cahaya pantulan dari permukaan benda sekitar (*ERC = Externally Sky Component*)
 - Cahaya pantulan dari permukaan di dalam ruangan (*IRC = Internally Reflected Component*)
2. Bidang lubang cahaya efektif adalah bidang vertikal sebelah dalam dari lubang cahaya (SNI 03-2396-2001: 1).
 3. Langit Rancangan (*Design Sky Light*) luminan langit yang dipergunakan sebagai patokan perancangan, yaitu kondisi langit yang terjadi sebanyak 90%, sedangkan untuk Indonesia dipakai 10000 lux (Satwiko, 2008: 146).
 4. Terang Langit adalah sumber cahaya yang diambil sebagai dasar untuk penentuan syarat-syarat pencahayaan alami siang hari (SNI 03-2396-2001: 2).

5. Faktor Langit adalah angka karakteristik yang digunakan sebagai ukuran keadaan pencahayaan alami siang hari diberbagai tempat dalam suatu ruangan (*SNI 03-2396-2001: 1*).
6. Titik Ukur merupakan titik di dalam ruangan yang keadaan pencahayaannya dipilih sebagai indikator untuk keadaan pencahayaan seluruh ruangan (*SNI 03-2396-2001: 2*).

Pencahayaan alami merupakan ilmu pengetahuan dan seni yang memiliki unsur desain dan unsur sistem lingkungan. Sebagai unsur desain, cahaya siang hari merupakan bagian yang integral dari filosofi yang digunakan dalam suatu desain. Sedangkan sebagai sistem lingkungan, cahaya siang hari menjadi bagian dari analisis yang diteliti dan ditinjau dari segi sistem lingkungan yang ada di sekitarnya (*Rahim, 2009: 1*).

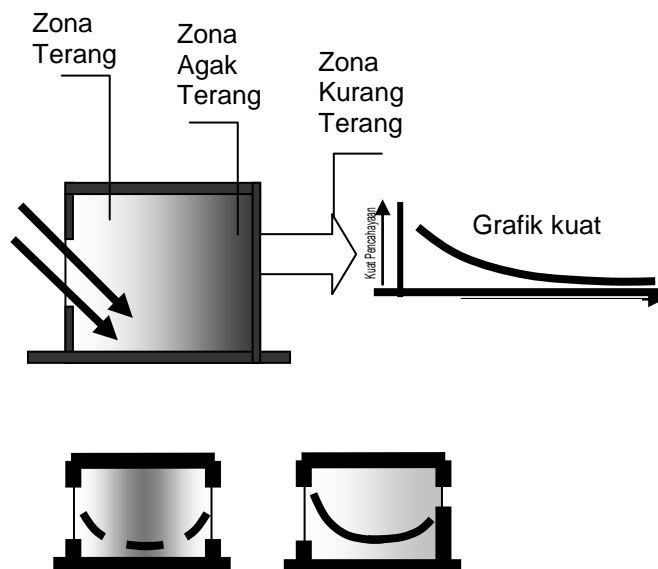
Pencahayaan alami adalah pemanfaatan cahaya yang bersumber dari alam dan biasa langsung diasosikan dengan cahaya matahari (*day light*). *Day light* memiliki fungsi yang sangat penting bagi karya arsitektur. Oleh karena itu, *day light* harus disebarkan secara merata dalam

ruangan.

Pengertian cahaya diartikan sebagai sebuah gua yang gelap dengan lubang kecil untuk masuknya cahaya (*Frick, 2007: 30*). Makin gelap permukaan suatu ruangan, maka makin kecil lubang cahaya. Jika lubang cahaya semakin besar, maka akan menimbulkan silau pada ruangan tersebut, oleh karena itu yang dilakukan adalah mengecat permukaan ruangan dengan warna yang terang.

Tingkat penerangan suatu ruang sangat bergantung terhadap permukaan (selubungnya) dan dimensi media sumber cahaya (bukaan).

Pencahayaan alami siang hari yang terjadi dalam suatu ruangan bergantung pada besarnya angka terang langit, ukuran luasan bukaan serta besarnya koefisien transmisi cahaya yang melewati suatu bidang transparan pada bukaan yang bersangkutan (*Sangkertadi, 2006: 249*). Semakin jauh dari bidang bukaan maka kuat pencahayaannya adalah semakin melemah, oleh karena itu pola distribusinya merupakan fungsi non linier.



Gambar 2.1. Besarnya kuat pencahayaan pada suatu titik di dalam ruangan, tergantung dari jaraknya terhadap bidang bukaan sumber cahaya alami. Cahaya yang datang dari samping (melalui jendela) sering tidak optimal, karena keterbatasan jangkauannya. Semakin dalam ruangan tersebut

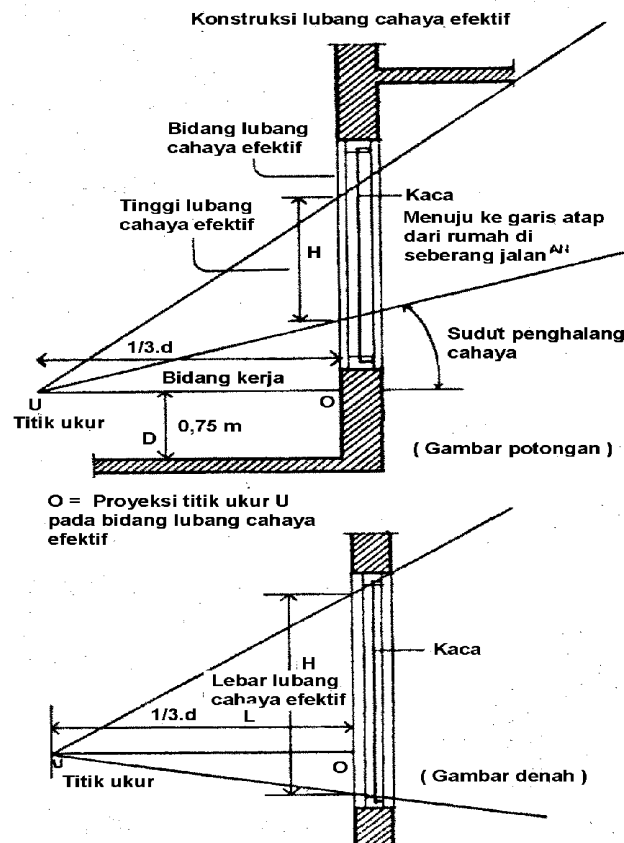
yang mengakibatkan semakin jauhnya dari jendela, maka ruangan tersebut akan semakin gelap (Frick, 2007: 31).

Dalam perencanaan suatu bangunan, perletakan jendela perlu didesain seoptimal mungkin pada bagian utara dan selatan bangunan. Sedangkan perletakan jendela pada bagian timur dan barat bangunan sebaiknya dihindari, terutama pada bagian barat bangunan yang menerima cahaya matahari yang cukup panas dan menyengat (Frick, 2007: 35). Salah satu pengaruh pencahayaan alami pada suatu bangunan adalah meningkatkan suhu dinding akibat konduksi dan suhu ruangan apabila sinar

matahari langsung masuk dalam ruangan.

2.3. Perhitungan Pencahayaan Alami

Pencahayaan alami pada suatu ruangan selalu ditentukan oleh posisi titik ukur dalam ruangan tersebut. Titik ukur yang dimaksud adalah posisi aktivitas manusia di dalamnya yang memerlukan pencahayaan optimal. Titik ukur diambil pada suatu bidang datar yang letaknya pada tinggi 0,75 meter di atas lantai (SNI 03-2396-2001: 6). Bidang datar tersebut disebut bidang kerja (lihat gambar 2.2).



Gambar 2.2. Tinggi dan lebar cahaya efektif

Dalam perhitungan digunakan dua jenis titik ukur (SNI 03-2396-2001: 7), yaitu :

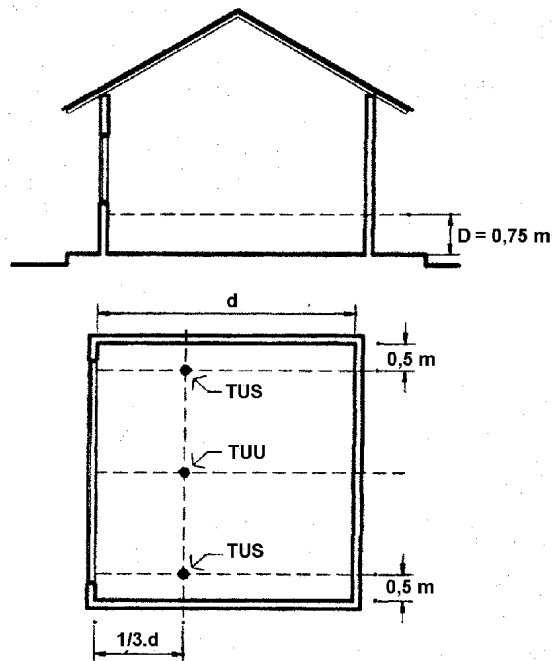
a. Titik Ukur Utama (TUU), diambil pada tengah-tengah antar kedua dinding samping, yang berada pada jarak $1/3 d$

dari bidang lubang cahaya efektif.

b. Titik Ukur Samping (TUS), diambil pada jarak 0,50 meter dari dinding samping, yang juga berada pada jarak $1/3 d$ dari bidang lubang cahaya efektif, dengan d adalah ukuran kedalaman

ruangan, diukur dari mulai bidang lubang cahaya efektif hingga pada dinding seberangnya, atau hingga pada

“bidang” batas dalam ruangan yang hendak dihitung pencahayaannya itu (lihat gambar 2.3).



Gambar 2.3. Penjelasan Mengenai Jarak d

ukur (jumlah TUU ditambah).

Ruangan dengan pencahayaan langsung dari lubang cahaya di satu dinding nilai fl ditentukan sebagai berikut (SNI 03-2396-2001: 10) :

- Dari setiap ruangan yang menerima pencahayaan langsung dari langit melalui lubang-lubang atau jendela-jendela di satu dinding saja, harus diteliti fl dari satu TUU dan dua TUS.
- Jarak antara dua titik ukur tidak boleh lebih besar dari 3 m. Misalnya untuk suatu ruangan yang panjangnya lebih dari 7 m, harus diperiksa (fl) lebih dari tiga titik

- Perhitungan Faktor Cahaya Siang Hari (*Daylight Factor / DF*)

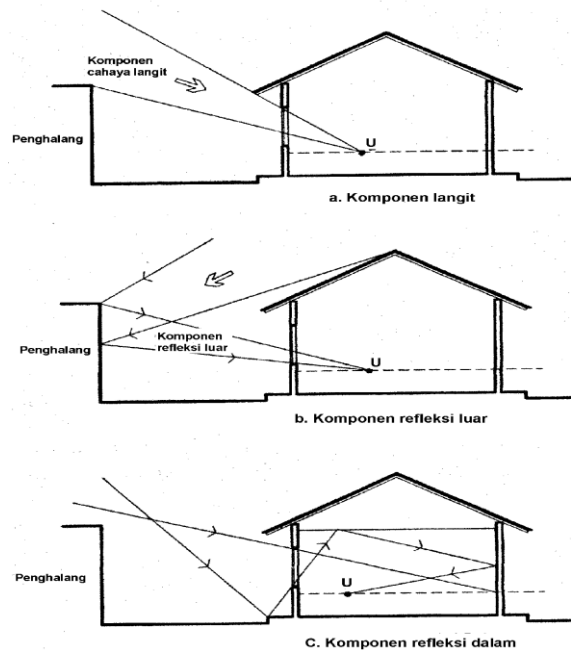
$$DF = E_i / E_o \times 100 \% \dots\dots\dots(2-1)$$

dimana :

E_i = Kuat pencahayaan di ruang dalam (lux)

E_o = Kuat pencahayaan di ruang luar (terang langit) (lux)

DF = Daylight Factor / Faktor cahaya siang hari (%)



Gambar 2.4. Komponen-komponen sinar cahaya alami siang hari yang menerangi ruang dalam

DF akan dipengaruhi oleh tiga komponen (SNI 03-2396-2001: 3), yaitu :

- komponen langit di ruang luar ($SC = Sky Component$)
- komponen sinar terpantul dari permukaan-permukaan yang ada di bagian luar ruangan ($ERC = External Reflecting Component$)
- komponen sinar terpantul dari permukaan-permukaan yang ada di bagian dalam ruangan. ($IRC = Internal Reflecting Component$)

$$DF = SC + ERC + IRC \quad (2-2)$$

dimana :

$$\begin{aligned} SC &= \text{Sky Component (\%)} \\ ERC &= \text{External Reflecting Component (\%)} \\ IRC &= \text{Internal Reflecting Component (\%)} \\ DF &= \text{Daylight Factor / Faktor cahaya siang hari (\%)} \end{aligned}$$

Tingkat pencahayaan alami di dalam ruangan ditentukan oleh tingkat

pencahayaan langit pada bidang datar di lapangan terbuka pada waktu yang sama. Perbandingan antara keduanya ditentukan oleh (SNI 03-2396-2001: 2) :

- hubungan geometris antara titik ukur dan lubang cahaya.
- ukuran dan posisi lubang cahaya.
- distribusi terang langit.
- bagian langit yang dapat dilihat dari titik ukur.

2. Pendekatan Komponen Langit ($Sky Component / SC$)

Perhitungan besarnya prosentase nilai SC pada suatu titik di dalam ruang dilakukan dengan dua cara yaitu dengan menggunakan Busur Cahaya Siang Hari (Satwiko, 2008: 161) dan dengan prinsip geometrikal ruang (Sangkertadi, 2006: 249).

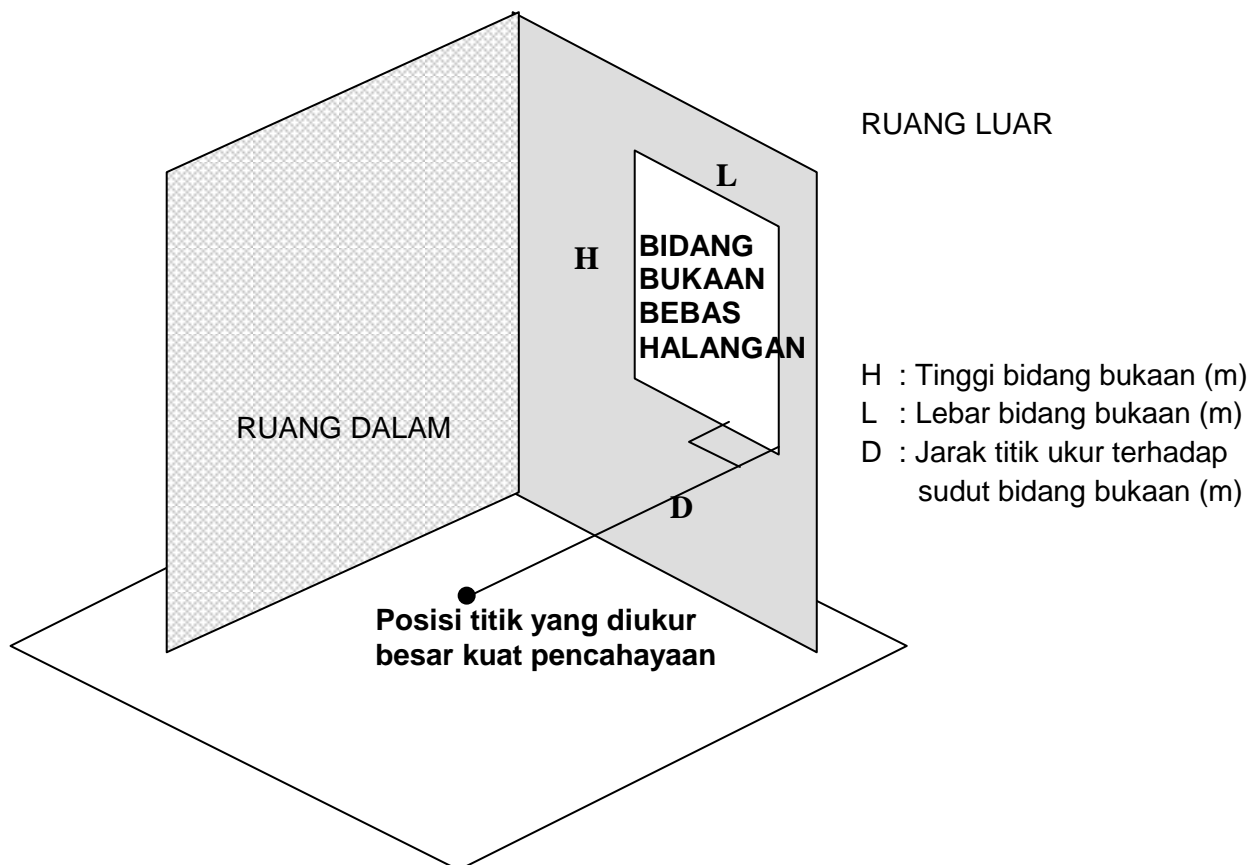
Untuk lebih memudahkan dalam pendekatan perhitungan SC, maka yang digunakan adalah cara yang kedua.

$$SC = \frac{1}{1,1461} \left[\arctg\left(\frac{L}{D}\right) - \left[\frac{1}{\sqrt{1+(H/D)^2}} \right] \arctg\left[\frac{L/D}{\sqrt{1+(H/D)^2}} \right] \right] \dots\dots\dots(2-3)$$

dimana (SNI 03-2396-2001: 4):

H dan L, masing-masing adalah tinggi dan lebar bidang bukaan, sedangkan D adalah

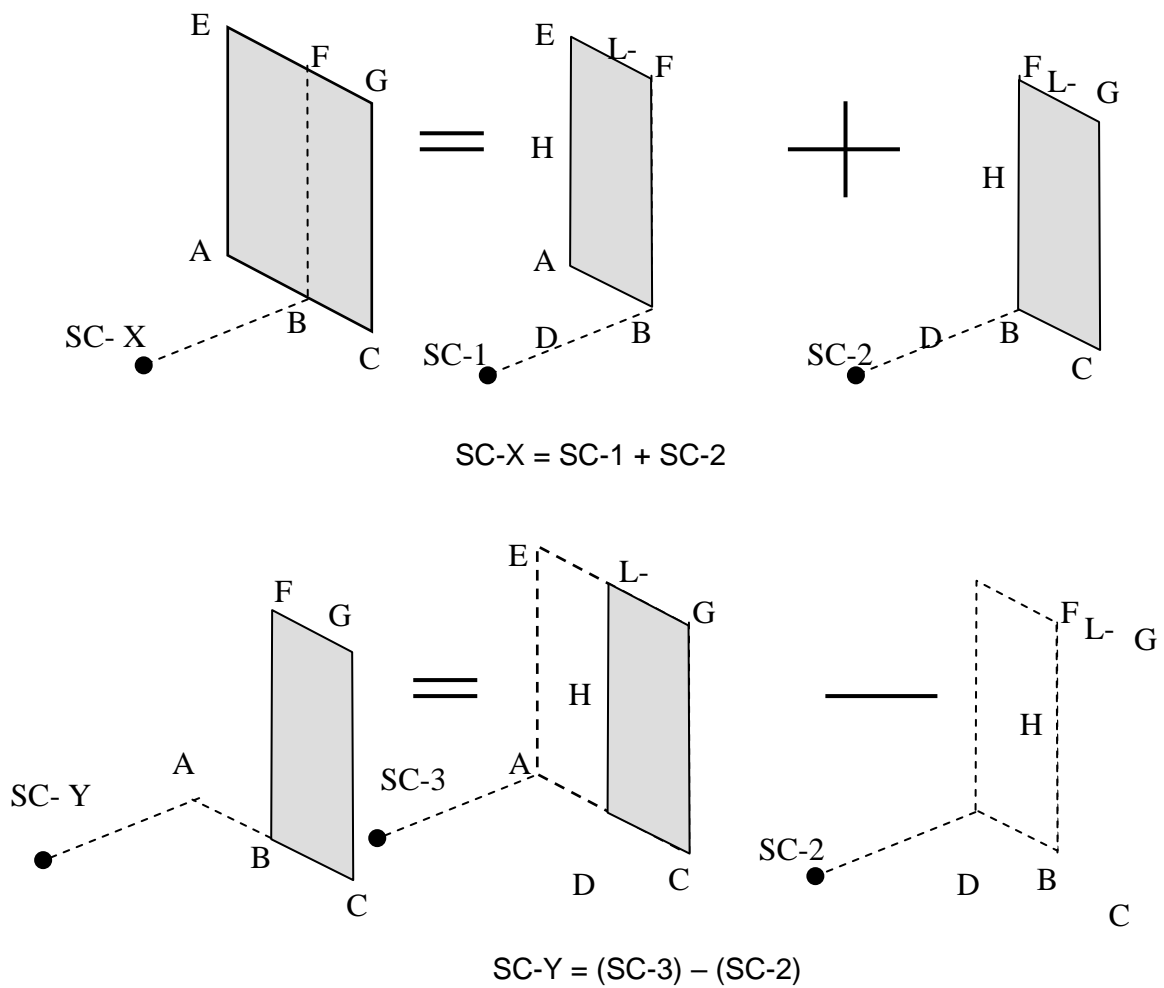
jarak siku titik ukur terhadap salah satu sudut bagian bawah bidang bukaan (lihat gambar 2.5)



Gambar 2.5. Pemahaman variabel geometri H, L dan D untuk prosedur perhitungan SC

Terdapat berbagai variasi dalam prosedur perhitungan nilai SC, namun tetap berdasarkan pada prinsip geometrikal

sebagaimana persamaan (2-3) dan gambar 2.5. Diantaranya adalah variasi sebagai berikut (Sangkertadi, 2006: 253) :



Gambar 2.6. Variasi prosedur perhitungan SC

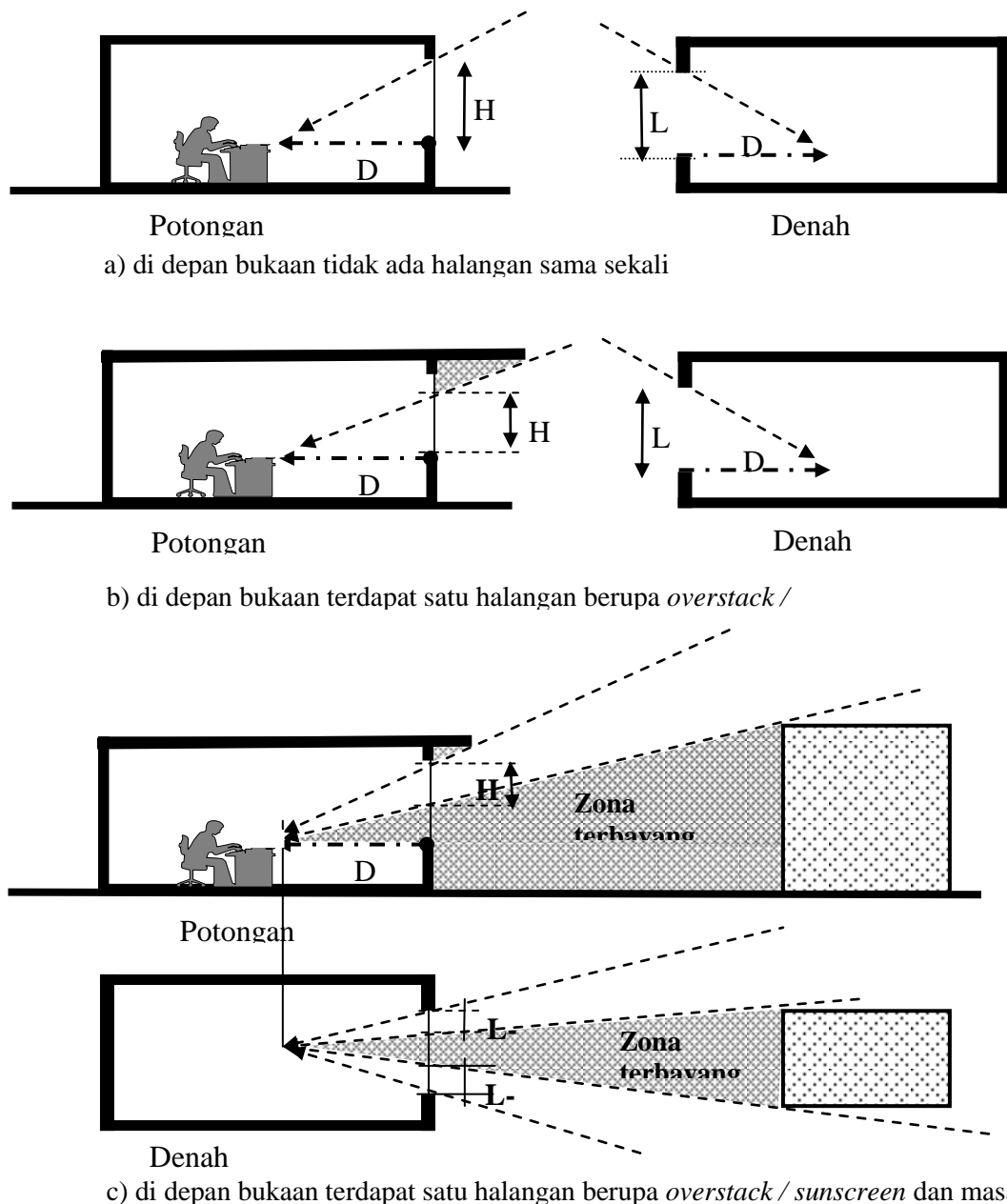
Adapun nilai SC-1, SC-2 dan SC-3 masing-masing dapat dicari dengan menggunakan persamaan (2-3) dan sebagiannya telah :

ditabulasikan dalam bentuk fungsi H/D dan L/D di tabel 2.2 berikut ini (*Sangkertadi, 2006: 253*)

Tabel. 2.2.
Nilai SC sebagai fungsi dari H/D dan L/D. Perhitungan menggunakan persamaan 9-12.

H/D	L/D																			
	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0,1	0,02	0,03	0,04	0,06	0,07	0,08	0,09	0,09	0,10	0,10	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	
0,2	0,06	0,12	0,17	0,22	0,26	0,30	0,33	0,36	0,38	0,40	0,47	0,48	0,48	0,48	0,48	0,48	0,49	0,49	0,49	
0,3	0,13	0,26	0,37	0,48	0,57	0,65	0,72	0,77	0,82	0,86	1,01	1,04	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	1,05	
0,4	0,22	0,43	0,62	0,80	0,96	1,09	1,20	1,30	1,38	1,44	1,71	1,76	1,78	1,78	1,78	1,79	1,79	1,79	1,79	
0,5	0,32	0,62	0,91	1,16	1,39	1,59	1,76	1,90	2,01	2,11	2,52	2,60	2,62	2,63	2,63	2,64	2,64	2,64	2,64	
0,6	0,42	0,82	1,20	1,55	1,85	2,12	2,34	2,53	2,69	2,83	3,39	3,50	3,54	3,55	3,55	3,56	3,56	3,56	3,56	
0,7	0,52	1,02	1,50	1,93	2,31	2,64	2,93	3,17	3,38	3,55	4,28	4,44	4,48	4,50	4,51	4,51	4,51	4,52	4,52	
0,8	0,62	1,22	1,78	2,29	2,75	3,16	3,50	3,80	4,05	4,26	5,18	5,37	5,43	5,45	5,46	5,47	5,47	5,47	5,47	
0,9	0,71	1,40	2,04	2,64	3,17	3,64	4,04	4,39	4,69	4,94	6,04	6,28	6,36	6,38	6,40	6,41	6,41	6,41	6,41	
1	0,79	1,56	2,29	2,95	3,55	4,09	4,55	4,94	5,28	5,57	6,87	7,16	7,25	7,28	7,30	7,31	7,31	7,31	7,32	
1,1	0,87	1,71	2,51	3,24	3,91	4,49	5,01	5,45	5,83	6,16	7,65	7,99	8,09	8,13	8,15	8,16	8,17	8,17	8,18	
1,2	0,93	1,84	2,71	3,50	4,22	4,86	5,43	5,92	6,34	6,70	8,37	8,77	8,89	8,94	8,96	8,97	8,98	8,98	8,99	
1,3	1,00	1,96	2,88	3,73	4,51	5,20	5,81	6,33	6,79	7,19	9,04	9,49	9,63	9,69	9,72	9,73	9,74	9,74	9,75	
1,4	1,05	2,07	3,04	3,94	4,76	5,50	6,14	6,71	7,20	7,63	9,66	10,16	10,33	10,39	10,42	10,44	10,45	10,45	10,46	
1,5	1,10	2,17	3,18	4,13	4,99	5,76	6,45	7,05	7,57	8,03	10,23	10,79	10,97	11,05	11,08	11,10	11,11	11,12	11,12	
1,6	1,14	2,25	3,31	4,29	5,19	6,00	6,72	7,36	7,91	8,39	10,75	11,36	11,57	11,65	11,69	11,71	11,72	11,73	11,74	
1,7	1,18	2,33	3,42	4,44	5,38	6,22	6,97	7,63	8,21	8,71	11,23	11,90	12,12	12,21	12,26	12,28	12,29	12,30	12,31	
1,8	1,21	2,39	3,52	4,57	5,54	6,41	7,19	7,87	8,48	9,00	11,66	12,39	12,63	12,74	12,78	12,81	12,83	12,84	12,84	
1,9	1,24	2,45	3,61	4,69	5,68	6,58	7,38	8,09	8,72	9,27	12,06	12,84	13,11	13,22	13,27	13,30	13,32	13,33	13,34	
2	1,27	2,51	3,69	4,80	5,81	6,73	7,56	8,29	8,94	9,51	12,43	13,26	13,55	13,67	13,73	13,76	13,78	13,79	13,80	
3	1,43	2,82	4,16	5,42	6,59	7,66	8,62	9,49	10,27	10,96	14,78	19,42	16,56	16,79	16,91	16,97	17,01	17,03	17,05	
4	1,49	2,95	4,36	5,68	6,91	8,04	9,07	10,00	10,83	11,58	15,88	16,06	18,13	18,46	18,63	18,73	18,79	18,83	18,86	
5	1,52	3,02	4,45	5,81	7,07	8,23	9,29	10,25	11,12	11,89	16,45	17,45	19,02	19,44	19,67	19,80	19,89	19,94	19,98	
6	1,54	3,06	4,51	5,88	7,16	8,34	9,42	10,40	11,28	12,07	16,79	18,22	19,58	20,06	20,33	20,50	20,61	20,68	20,73	
7	1,55	3,08	4,54	5,93	7,22	8,41	9,50	10,48	11,38	12,18	17,00	18,68	19,94	20,47	20,79	20,98	21,11	21,20	21,26	
8	1,56	3,09	4,56	5,96	7,26	8,45	9,55	10,54	11,44	12,26	17,14	18,97	20,19	20,76	21,11	21,33	21,48	21,58	21,65	
9	1,57	3,10	4,58	5,98	7,28	8,48	9,58	10,58	11,49	12,31	17,24	19,17	20,37	20,97	21,34	21,58	21,75	21,86	21,94	
10	1,57	3,11	4,59	5,99	7,30	8,51	9,61	10,61	11,52	12,34	19,42	19,32	20,50	21,13	21,52	21,78	21,95	22,08	22,17	

Sumber : Sangkertadi, 2006: 255



Gambar 2.7. Pemahaman variabel geometri H, L dan D untuk kondisi lingkungan sekitar bukaan yang berbeda

2.4. Standar Kenyamanan Pencahayaan Alami

Manusia beraktivitas pada suatu ruangan membutuhkan kenyamanan pencahayaan dan kesehatan dalam penglihatan, olehnya itu standar yang harus dijadikan sebagai-

pedoman dapat dilihat sebagai berikut :

1. Di beberapa negara telah ditetapkan besarnya angka minimum dan angka 'lux' yang direkomendasikan. Pada tabel 2.3. ditampilkan angka angka kuat penerangan minimum dan yang direkomendasikan, yang berasal dari

beberapa negara (*Sangkertadi, 2006: 246*).

Tabel 2.3. Standar Kuat Pencahayaan (Lux) Untuk Beberapa Kegiatan dan Ruang Pada Umumnya

Kegiatan / Ruang	Minimum*)	Direkomendasikan*)
Kelas / Ruang Kuliah :		
Penerangan di meja belajar	150	300
Penerangan di meja guru	200	400
Penerangan di papan tulis	300	600
Ruang Praktek Desain :		
Ruang Gambar	500	700
Ruang Desain Produk	500	700
Laboratorium Sekolah	200	500
Hall / Lobby Siswa	100	200
Ruang Olah Raga (gymnasium)	150	300
Ruang Praktek / Perbengkelan :		
Peralatan kasar/ Pekerjaan kasar	150	200
Pekerjaan agak halus	200	300
Pekerjaan sangat halus	500	700
Koridor / Gang dalam Gedung	50	70
Perkantoran :		
Ruang Direktur / Direksi	300	400
Ruang Staf	300	400
Ruang pegawai (ruang bersama)	200	300
Ruang rapat	200	300
Ruang tamu	100	200
Ruang Komputer	400	600
Dapur, Ruang Makan	200	300
Toilet, Kamar mandi/ WC	50	100
Garasi, parkir kendaraan	50	100
Supermarket / Pertokoan :		
Etalase	700	1000
Ruang Belanja	300	400
Sirkulasi luar bangunan	20	50

Sumber : Sangkertadi, 2006: 246

2. Di Indonesia besarnya angka tersebut ditetapkan melalui suatu Standar Nasional Indonesia (SNI). SNI yang dijadikan pedoman bagi perencanaan

Kesimpulan

Dalam merencanakan suatu bangunan, terutama bangunan publik dengan fungsi bangunan pendidikan. Bangunan pendidikan dalam hal ini ruang kelas harus memiliki suasana yang dapat menciptakan kenyamanan terhadap para penggunanya terutama siswa yang sedang belajar.

Pencahayaan menjadi hal yang sangat penting dalam perencanaan suatu ruang kelas, oleh karena itu faktor-faktor yang diperoleh dari hasil analisa pengukuran dan pengolahan data terhadap kuat cahaya alami baik di lapangan maupun dengan menggunakan metode simulasi haruslah menjadi perhatian utama.

Terdapat perbedaan antara hasil analisa pengukuran di lapangan dengan menggunakan Lux Meter (Meterman LM631 Light Meter) dengan menggunakan metode simulasi software *VELUX Daylighting Visualizer 2 (v2.5.9 November 2010)*.

Hasil analisa pengukuran di lapangan sangat berpengaruh terhadap faktor-faktor lingkungan (intensitas terang langit, kondisi awan, posisi bangunan, material dan warna cat permukaan, posisi titik ukur, dimensi dan letak bukaan). Sedangkan, untuk penggunaan simulasi software juga berpengaruh terhadap faktor di atas dengan catatan, untuk mendapatkan nilai yang optimal dan efektif maka dilakukan desain “rekayasa” pada variabel –variabel yang ada pada software tersebut.

Software *VELUX Daylighting Visualizer* dapat didesain dimensi dan tata letak bukaan, posisi titik ukur, penggunaan material dan warna cat permukaan ruangan (baik dinding, lantai, furniture ruangan maupun plafond). Oleh karena itu, metode simulasi dengan menggunakan software *VELUX Daylighting Visualizer* digunakan

pada tahap survey awal dan hasil dari analisa tersebut selalu dikalikan dengan faktor 10 %, agar pada saat bangunan sudah selesai diperoleh nilai kuat cahaya yang mendekati dengan hasil analisa tersebut.

Walaupun demikian, ternyata hasil analisa dari kedua metode tersebut diperoleh bahwa ruang kelas SMA Aquino Manado belum cukup terang. Nilai kuat cahaya yang diperoleh untuk kedua metode tersebut secara umum sangat jauh dari standar kenyamanan penglihatan terutama untuk fungsi belajar dalam ruang kelas yakni 200 – 300 lux.

1.1. Saran

1. Posisi bangku dan meja murid maupun guru harusnya diubah, lebih baik dekat dengan sumber cahaya agar bisa mendapatkan hasil yang lebih optimal terhadap tingkat penerangan dan kenyamanan penglihatan.
2. Penambahan jendela pada dinding sebelah tenggara agar pencahayaan alami dapat maksimal dan optimal menerangi dalam ruang kelas.
3. Penerangan pada siang hari dapat dibantu dengan pencahayaan buatan, yakni dengan menggunakan beberapa titik lampu sesuai dengan kebutuhan kuat cahaya pada ruang tersebut.
4. Dinding, lantai dan plafon di bagian dalam ruang kelas hendaknya diberi warna muda atau agak terang, agar bisa menaikkan nilai kuat cahaya dengan menaikkan nilai faktor reflektan permukaan ruangan.
5. Mempertinggi jendela (memberi pencahayaan bertingkat) dan memberikan cahaya dari dua arah, maksudnya adalah pemberian jendela atap yang terjal atau miring agar memberikan cahaya yang lebih besar.
6. Pemberian *skylight* pada bagian atap bangunan atau plafon ruangan agar menambah tingkat penerangan alami

pada siang hari secara merata.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2001. *SNI-03-2396-2001 Tata Cara Perancangan Sistem Pencahayaan Alami Pada Bangunan Gedung*.
- Code for Lighting*. 2002. Oxford: Butterworth, Heinemann.
- Frick, Heinz. 2007. *Dasar-dasar Arsitektur Ekologis. Konsep Pembangunan Berkelanjutan dan Ramah Lingkungan*, Kanisius : Bandung
- Lechner, Norbert. 2007. *Heating, Cooling, Lighting. Metode Desain Untuk Arsitektur*, Raja Pers : Jakarta.
- Rahim, Ramli. 2009. *Teori dan Aplikasi Distribusi Luminasi Langit di Indonesia*, Jurusan Arsitektur Fakultas teknik, Universitas Hasanuddin : Makassar.
- Sangkertadi. 2006. *Fisika Bangunan Untuk Mahasiswa Teknik, Arsitektur dan praktisi*, Pustaka Wirausaha Muda : Bogor.
- Satwiko, Prasasto. 2008. *Fisika Bangunan*, Yogyakarta : ANDI.
- Suwantoro, Hajar. 2006. *TESIS : Pencahayaan Alami Pada Ruang LABTEK IX B Jurusan Teknik Arsitektur ITB (Analisa Metode Pengukuran Manual dan Metode Lux Meter)*, Sumatera Utara : Medan.
- Szokolay. 1980. *Environmental Science Handbook for architects and builders*, The Construction Press: London, New York.